

Über die Wirksamkeit der Selektion auf
das Merkmal Jahresmilchleistung in FCM
bei Höhenfleckviehkühen in
Zuchtbetrieben des Bayerischen Waldes

Alois Sanladerer

1960

Aus dem Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung
der Universität München

Vorstand: Professor Dr. Dr. H. Bauer

ÜBER DIE WIRKSAMKEIT DER SELEKTION
AUF DAS MERKMAL JAHRESMILCHLEISTUNG IN FCM
BEI HÖHENFLECKVIEHKÜHEN IN ZUCHTBETRIEBEN
DES BAYERISCHEN WALDES

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von

Alois Sanladerer

Veterinärassistent

aus

Sonnen

München 1960

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Zipf

Referent: Prof. Dr. Dr. H. Bauer

Tag der Promotion: 27. Juli 1960



Meinen lieben Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	1
Literaturübersicht	2
Zusammenstellung der Ergebnisse von Heritabilitätsuntersuchungen aus dem internationalen Schrifttum	
Eigene Untersuchungen	12
1. Material	12
2. Methodik	18
3. Ergebnisse	21
Diskussion der Ergebnisse	23
Zusammenfassung	29
Literaturverzeichnis	30
Lebenslauf	35

EINLEITUNG

Leistungssteigerung und Rentabilität in der Nutztviehhaltung hat für den landwirtschaftlichen Betrieb in den letzten Jahren mehr und mehr Bedeutung erlangt.

Der Anteil der tierischen Produktion beträgt in der Bundesrepublik 1957/58 72 % der Gesamtverkaufserlöse der Landwirtschaft. An der gesamten landwirtschaftlichen Erzeugung ist die Milch im gleichen Zeitabschnitt mit 28,6 % beteiligt. Infolge der volks- und betriebswirtschaftlich großen Bedeutung der Milch- und Fettleistung des Rindes steht die Frage nach der Genetik dieser Leistungseigenschaft zu Recht im Vordergrund. Die Leistungsveranlagung möglichst früh und genau zu erkennen, ist eine der wichtigsten Aufgaben einer sinnvollen Zuchtplanung.

Die Milchleistung als quantitative Eigenschaft unterliegt auf Grund ihrer biologischen Voraussetzung in hohem Maße Einflüssen der Umwelt und einer wohl nie bestimmbar, großen Zahl von Genen mit geringer Einzelwirkung.

Lush verzichtet deshalb auf den Versuch, den Erbgang quantitativer Merkmale zu bestimmen und beschränkt sich darauf, jenen Anteil an der phänotypisch feststellbaren Variation zu messen, der auf genotypisch verankerten Unterschieden beruht. Die Haustiergenetiker bedienen sich dazu der Erkenntnis der modernen Populationsgenetik. Es ist dies eine Forschungsrichtung innerhalb der Vererbungswissenschaften, die den genetischen Aufbau von Populationen untersucht, und wie dieser möglicherweise durch Selektion und Umweltgestaltung verändert werden kann. Mit mathematisch-statistischen Methoden versucht man hier den Erblichkeitsgrad (Hereditabilität = Heritabilität = h^2) der Milchleistungseigenschaft zu schätzen. Die Heritabilität (h^2) umgrenzt jenen Bereich der erblich bedingten Variation, in welchem allein eine Kuhpopulation sich züchterisch wirksam durch Selektion verändern läßt. Da sich die Umwelt und Erbmasse von Population zu Population verändert, muß die Heritabilität für jede einzelne Population mit ihren besonderen Umweltverhältnissen errechnet werden.

In diesem Zusammenhang wurde mir von Herrn Prof. Dr. Dr. H. Bauer die Aufgabe gestellt, die Heritabilität für das Merkmal Jahresmilchleistung in FCM in ertragsarmen Höhenfleckviehbetrieben des Bayerischen Waldes zu untersuchen.

LITERATURÜBERSICHT

Beim Studium der tierzüchterischen Literatur seit den zwanziger Jahren fällt auf, daß man mehr und mehr danach strebt, die subjektive Exterieurbeurteilung unserer Nutztiere soweit wie möglich durch exaktes Messen der quantitativen Leistungseigenschaften zu ersetzen oder wenigstens zu ergänzen.

In diesem Streben der Haustierzucht hat sich nach und nach die Populationsgenetik einen festen Platz erobert. Johansson (1954) behauptet, daß die Tierzüchtlehre erst durch die Anwendung der Betrachtungsweise und Arbeitsmethoden dieser Forschungsrichtung auf eine wissenschaftliche Grundlage gestellt werde und das Studium des Erbgangs quantitativer Merkmale erst Erfolg verspreche, seit R.A. Fischer und Sewall Wright in den zwanziger Jahren eine "Synthese von Genetik und Biometrie" zustande brachten. Zwar gehorchen auch quantitative Eigenschaften mendelnden Genen, doch versagt hier eine einfache Genanalyse, da diese Eigenschaften von einer Großzahl von Erbinheiten mit einem sehr komplizierten Zusammenspiel abhängen. Statt einer Genanalyse wird hierbei mit mathematisch - statistischen Methoden versucht, den Erblichkeitsgrad (Heritabilität) zu schätzen. Bei aller berechtigten Skepsis gegenüber den errechneten Heritabilitätsziffern - man hat es nur mit wahrscheinlichen Voraussagen zu tun - ist es für den Tierzüchter notwendig, die niedrige oder hohe Heritabilität wichtiger tierischer Produktionseigenschaften zu kennen, um sich einen Begriff von den Erfolgsaussichten der von ihm zu leitenden züchterischen Selektion machen zu können.

J.L. Lush hat als einer der ersten die Populationsgenetik und damit die Heritabilitätsforschung in die Haustierzucht eingeführt. Die Zahl der Arbeiten über Heritabilitätsforschung von Milch- und Fettleistung der Kühe nimmt von da an stetig zu. Heritabilitätsschätzungen wurden hauptsächlich in den skandinavischen Ländern und in den U.S.A. durchgeführt.

In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse von Untersuchungen über die Heritabilität der Leistungseigenschaften von Milchkühen zusammengestellt. Diese Aufstellung ist den Arbeiten von Hartmann (1958) - El Shimy (1958) und dem Handbuch der Tierzüchtung II (1959) entnommen und um neue Ergebnisse erweitert.

Tabelle 1

Ergebnisse von Untersuchungen über die Heritabilität der Milchleistung, des Fettgehalts und der Fettmenge wie sie bei H a r t m a n n (1958), E l S h i m y (1958) und im Handbuch der Tierzüchtung II (1959) zu finden sind.

Verfasser	Jahr	Methode	Erblichkeitsanteil in %			Rasse
			Milch- menge	Fett- menge	Fett %	
GIFFORD	1930	MTR	-	23-51	-	-
GIFFORD u.						
WARREN	1930	MTR	-	39.4	-	Holst.-Fries.
WRIGHT	1932	KOR	75	-	-	-
COPELAND	1932	MTR	-	43	-	-
EDWARDS	1932	MTR	41	-	-	-
HEIZER	1932	KOR	51	-	59-78	-
HEIZER	1933	MTR	-	78	-	Ayrshire
AXELSON	1933	KOR	42.2	-	77	
RICE	1933	MTR	57	-	86	
BARTLETT u. M.	1934	KOR	-	-	83	
GOWEN	1934	KOR	50-70	-	75-85	Holst. Fries. Guernsey
AXELSON	1934	KOR	32-42.2	-	64	-
PLUM	1935	MTR	-	-	20-36	Guernsey, Jersey, Holst.- Fries.
LUSH	1936	MTR	-	20	50	versch. Milch- rassen i. USA
SZCZEKIN u.	1938	KOR	-	-	63.5-66.4	Schwarz-Weiß- vieh Holland
KROTOW						
COPELAND	1938	KOR	58-60	-	-	Jersey
HOHANSSON	1940	KOR	30-40	36	68	Rot-Weißvieh Schweden
u. M.						
WARD	1940	MTR	30	-	-	Holst. Fries.
LUSH u. M.	1941	MTR	33	25-30	60	Holst. Fries.
LUSH u. M.	1942	MTR	-	18	-	-
JOHANSSON	1942	MTR	30-40	-	70-80	Ayrshire/Finnland
			58	-	95	Ayrshire
RICE	1944	MTR	66	-	87	Holst.-Fries
JOHANSSON	1947	MTR	-	46	78	Hornloses Vieh Schweden

Verfasser	Jahr	Methode	Erblichkeitsanteil in %			Rasse
			Milch- menge	Fett- menge	Fett %	
TYLER u. M.	1947	MTR	31	55	28	Ayrshire/USA
BONNIER u. M.	1948	ZST	1. Lakt. 39	-	81	-
			2. Lakt. 90	-	88	-
JOHANSSON	1949	MTR	-	31-36	50-70	Rot-Weißvieh Schweden
LEGATES	1949	MTR	-	20	-	Jersey
LABEN u. M.	1950	MTR	36	29	54	Holst.-Fries. USA
SIKKA	1950	MTR	37.2	-	-	Ayrshire/Schottl.
MIDTLID u. M.	1950	MTR	34	44	66	Norweg. Red Polle
BEARDSLEY u. M.	1960	MTR	-	27	-	Guernsey, Jersey Holst. Fries.
LARSON u. M.	1951	MTR	-	30	-	-
CHANDRASHAKER	1951	MTR	-	20	54	Versch. Milchrassen
MAHADEVAN	1951	MTR	31	-	56	Ayrshire/Schottland
RENDEL u. M.	1951	MTR	30	-	62	-
TOUCHBERRY	1951	MTR	25	35	-	Holst.-Fries.
RENNIE	1951	MTR	-	36	-	Jersey
HARVEY u. M.	1952	MTR	-	19	-	-
VOGEL u. M.	1952	MTR	40	-	-	Schwarzbt. Holland
HANCOCK	1953	ZST	90	86	95	-
ASKER u. M.	1953	MTR	24	-	-	-
YAO u. M.	1953	HGK	28	37	-	-
YAO u. M.	1953	MTR	71	84	-	-
KORKMAN	1953	MTR	39-40	36-49	46-59	-
STONAKER	1953	MTR	30	-	-	-
JOHANSSON	1953	MTR	hohe Leistung	39	68	Rot-Weißvieh Schweden
			nied. "	32	54	
CARNEIRO	1953	MTR	23	-	-	-
ASHFAQ u. M.	1954	HGK	18	-	-	-
JOHANSSON	1954	HGK	58	56	81	-
MAHADEVAN	1954	MTR	19	-	-	-
AGARWALA	1955	HGK	-	6	26	-
MADDEN	1955	MTR	29	19	-	-
ROGNONI	1955	MTR	22	-	-	-
SEBESTYEN	1955	MTR	-	-	61	-
STONE	1955	MTR	25	27	35	-

Verfasser	Jahr	Methode	Erblichkeitsanteil in %			Rasse
			Milch- menge	Fett- menge	Fett %	
TABLER	1955	MTR	25	20	56	-
WINZENRIED	1956	ZST	-	-	68	-
JOHNSON	1956	MTR	26	36	28	Holst.-Fries.
			23	28	30	Jersey
MASON u. M.	1956	HGK	5-22	-	27-49	-
ROBERTSON	1956	MTR	25	-	35	-
VENGE	1956	HGK	-	40	-	-
THOMPSON	1957	MTR	-	39	-	-
RENDEL u. M.	1957	MTR	43	-	43	Engl. Milch-
						rassen
EL SHIMY	1957	MTR	36	-	77	Fries. Ndg. Rasse
						Holland
HARTMANN	1958	HGK	15	20	29	Schlesw. Holst.
GRAVERT	1958	MTR	-	22	-	Schlesw. Holst.
GRAVERT	1958	IKK	-	21	-	-
SCHMIDT u. M.	1958	MTR	42	26	68	Schwarzbt. Ndg.
						Vieh
Französ. Verf. (n. Poly)	1958	IKK	20	-	-	-

Abkürzungen:

MTR	=	Mutter-Tochter-Regression
KOR	=	Korrelationsstudien
ZST	=	Zwillingsstudien
HGK	=	Halbgeschwister-Korrelation
IKK	=	Intraclass-Korrelation

Die Tabelle 1 zeigt, daß die Heritabilitätswerte für die Merkmale Milchmenge, Fettmenge und Fettgehalt, die in verschiedenen Ländern an recht unterschiedlichen Populationen unter oft sehr wechselvollen Umweltverhältnissen errechnet worden sind, überraschend gut miteinander übereinstimmen.

Johansson hat 1950 einen Überblick über die Methoden der Heritabilitätsuntersuchungen der Milch- und Fettleistung gegeben und eine Liste der veröffentlichten Arbeiten zusammengestellt. Er fand damals, daß die Schätzwerte für den Erblichkeitsgrad von Milch- und Fettmengenleistung im Durchschnitt um $h^2 = 0.30$, für den Fettgehalt wesentlich höher bei etwa $h^2 = 0.60$ lagen. Er bezeichnete die gefundenen Werte für europäische Rinderherden als relativ konstant und billigte ihnen eine gewisse Allgemeingültigkeit zu.

Beardsley, Bratton, Salisbury (1950) glauben, daß bei Kühen mit überdurchschnittlicher Leistung und mit Zunahme der Leistung die Heritabilität abnimmt; eine derartige Tendenz beobachteten sie bei ihrem Untersuchungsmaterial von 3307 Mütter-Töchter-Vergleichen verschiedener Rassen, die sich allerdings nicht sichern ließ.

Johansson (1953) zeigt dagegen in einer Untersuchung an 12 wenig leistungsfähigen und 17 hochleistungsfähigen Herden, daß bei beiden Untersuchungsgruppen kaum ein Unterschied in der Heritabilität der Fettmengenleistung und des Fettgehalts besteht. Diese Untersuchung wurde an Herden angestellt, die teils sehr gute, teils weniger günstige Produktionsbedingungen hatten. Seine gefundenen Werte stützen demnach nicht die Ansicht, daß sich erbliche Unterschiede quantitativer Merkmale deutlicher in einer optimalen als in einer weniger guten Umwelt dartun.

In diesem Zusammenhang ist die Feststellung von Reid u. M. (1957) erwähnenswert. Sie zeigen, daß in der Aufzucht von Milchvieh eine wesentlich knappere Fütterung, als sie bisher für normal betrachtet wurde, bis einige Monate vor dem ersten Abkalben die spätere Milchleistungsfähigkeit fördert und zu einer gesteigerten Lebenskraft der Kühe beiträgt. In Tabelle 2 sind ihre Ergebnisse zusammengestellt.

TABELLE 2

Leistungsergebnisse der 1. und 2. Laktation von Färsen,
die während der Aufzucht auf unterschiedlichem Ernährungsniveau standen
(nach Reid u. M., 1957).

Ernährungsniveau in % der Normalfütterung	65 %	100 %	140 %
Durchschnittsgewicht nach dem Kalben in kg	394	476	544
Milch-kg je Kuh in der 1. Laktation	4091	4169	4137
Milch-kg je Kuh in der 2. Laktation	4811	4752	4250

Ebenso fand Hansson (1956), daß eine Hebung des Ernährungsniveaus im Alter von 1 - 25 Monaten die Leistung in der 1. Laktationsperiode herabdrückt.

Während sich diese letzten Untersuchungen hauptsächlich auf die Erstleistungen bei mäßiger, bzw. übersteigter Fütterung beziehen, fordern die meisten Verfasser in ihren Arbeiten über die Heritabilität der Milchleistung ein ausgeglichenes Stallmilieu als Voraussetzung für eine volle Entfaltungsmöglichkeit der erblichen Leistungsveranlagung (Mason u. M., 1956, Bonnier - 1940, Johansson - 1954, Gravert - 1958).

Trotz der Beeinflußbarkeit der ersten Laktation durch übermäßige Aufzucht-fütterung stellen Johansson u. Hansson (1940) und Johansson (1955) das erste Leistungsjahr als die Grundlage für eine zuverlässige Erbwertschätzung hin. Sie weisen nach, daß die Sicherheit der Erbwertschätzung nicht steigt, wenn außer der ersten noch weitere Laktationen hinzugenommen werden. Sie begründen dies mit den zunehmenden Umwelteinwirkungen auf die nachfolgenden Laktationen und sehen vor der ersten Milchleistung eine größere Ausgeglichenheit im Futterzustand des Tieres als nach späteren Kalbungen. Robertson u. Rendel (1950) beschäftigen sich mit der Frage, inwieweit die Heritabilitätswerte für Milchmen-genleistung das Ausmaß vorhersagen, in dem sich die Leistungseigenschaft der nach Leistung ausgewählten Mütter in ihren Nachkommen widerspiegelt. Sie berechnen für eine Heritabilität von $h^2 = 0.25$ einen jährlichen Selektionsfortschritt von höchstens 1 % der Gesamtleistung, der nach ihren Erfahrungen mit Hilfe von Nachkommenprüfungen und künstliche r Besamung auf 1.5 % gesteigert werden kann. Die Gültigkeit dieser Berechnung beschränken sie auf die erste Generation, da sich durch Selektion die Zu-

sammensetzung des Erbguts und damit der Heritabilitätskoeffizient (h^2) nach einer Generation erheblich verändert. Sie fanden in einer Herde, in der sie Heritabilitätsschätzungen durchführten, einen jährlichen Selektionsfortschritt von ca. 0.7 %.

Aufbauend auf den Forschungsergebnissen ausländischer Haustiergenetiker wurden in deutschen Zuchtgebieten erst in den letzten Jahren von Hartmann (1958), Gravert (1958) und Schmidt u. M. (1958) Heritabilitätsuntersuchungen durchgeführt.

Ihre Heritabilitätsschätzungen gründen, wie auch die fremdländischen Arbeiten, darauf, daß verwandte Tiere größere Ähnlichkeit miteinander haben als nicht verwandte. Ergibt sich bei einem Vergleich der Leistungen verwandter Tiere eine gewisse Ähnlichkeit gegenüber den Leistungen nichtverwandter Tiere, so nimmt man an, daß diese Ähnlichkeit auf erblichen Grundlagen beruht.

Hartmann (1958) hat seinen Untersuchungen die Milchleistungsergebnisse von 1249 Kühen aus zwei Herden des Zuchtverbandes für Schwarzbunte Schleswig Holsteiner zugrundegelegt. Er verwertet die drei ersten Jahresabschlüsse jeder Kuh, die bei der einen Herde in den Jahren 1907 - 1953 und bei der anderen Herde in der Zeit von 1938 - 1953 gewonnen wurden. Den Einfluß der verschiedenen Variationsursachen (z.B. lange Zeitspanne, Kriegs- und Mangeljahre), der bei dieser Materialauswahl gegeben ist, prüft er mit Hilfe der Varianzanalyse. Für die Berechnung der Heritabilitätswerte für Milchmenge, Milchfett und Fettgehalt geht Hartmann vom Vergleich der phänotypischen Varianz väterlicher Halbgeschwister mit der nicht verwandter Tiere aus und findet folgende h^2 -Werte:

Milchmenge	0.15 - 0.25
Fettmenge	0.20 - 0.30
Fett %	0.35 - 0.50

Hartmann schätzt des weiteren die Heritabilitätswerte für die einzelnen Jahresleistungen und findet wie Johansson 1955, den höchsten Erblichkeitsgrad für das erste Leistungsjahr.

Schmidt u. M. (1958) verwerten für ihre Erblichkeitsschätzung den Durchschnitt der ersten zwei Jahresmilchleistungen von 1241 Mütter - Töchterpaaren des Sächsisch-Anhaltischen Herdebuchs für schwarzbuntes Niederungsvieh. Der Berechnung liegen die absoluten Meßwerte zugrunde. Mit Hilfe der doppelten Intra - Bullen - Regression der Töchter auf die

Mütter finden sie aus der Kovarianzanalyse als Heritabilität für die Milchmenge 42 %, für den Fettgehalt 68 % und für die Fettmenge 26 %. Die Verfasser sehen in der relativ guten Übereinstimmung der von ihnen gefundenen h^2 -Werte mit denen der übrigen Literatur eine gewisse Gesetzmäßigkeit und schließen von da auf die Zuverlässigkeit der Methodik. Gravert (1958) baut seine Untersuchungen auf Töchter - Müttervergleichen bei Herdbuchkühen des Verbandes für Schwarzbunte Schleswig Holsteiner aus den Jahren 1955 - 1957 auf. Aus diesen Unterlagen sucht er 83 Bullen heraus, die mindestens je 40 Mütter - Töchterpaare aufweisen konnten; es ergaben sich so 5424 Töchter - Mütterpaare und 8896 vergleichbare Kontrolljahre. Um die Unterschiede zwischen den Herden und Jahren auszuschalten und um auf diese Weise eine genügend sichere Grundlage für die Erbwertschätzung zu bekommen, rechnet er die absoluten Leistungsergebnisse auf einen Vergleichsmaßstab um, der in diesem Falle der Stalldurchschnitt ist. Die prozentische Relativzahl findet Gravert mit der Formel:

$$\text{Relativzahl} = \frac{\text{Einzelleistung} \times 100}{\text{Vergleichsmaßstab}}$$

Die so gefundene Relativzahl verwendet er dann zur Heritabilitätsberechnung für das Merkmal Milchfettleistung in Herden mit niedrigem, mittlerem und hohem Leistungsniveau. Den h^2 -Wert ermittelt er einmal mittels der Mutter - Tochter - Regression und erhält einen durchschnittlichen h^2 -Wert von 0.22 ± 0.034 ; der aus der Intraclasskorrelation der Töchter geschätzte Wert beträgt im Durchschnitt $h^2 = 0.21 \pm 0.047$.

Gravert findet, daß die Heritabilitätswerte bei Herden mit einem hohen Leistungsniveau höher ausfallen als bei Tiergruppen, die auf einem niedrigen Leistungsstand stehen. Tabelle 3 führt dies für das erste Leistungsjahr deutlich vor Augen:

TABELLE 3

Heritabilität der Milchfettleistung in Abhängigkeit
von der Durchschnittsleistung (nach Gravert - 1958).

Herde	h^2 - MTR	h^2 - KOR
niedriges Leistungsniveau	0.13 ± 0.05	0.24 ± 0.07
mittleres "	0.21 ± 0.06	0.19 ± 0.08
hohes "	0.30 ± 0.07	0.27 ± 0.10
alle Herden (Durchschnitt)	0.22 ± 0.034	0.21 ± 0.05

Gravert ermittelt dann noch die h^2 -Werte von Fettmenge und Fettgehalt für verschiedene Jahresleistungen und findet übereinstimmend mit Johansson und Hansson und Hartmann, daß außer dem ersten keinem weiteren Kontrolljahr für die Heritabilitätsberechnung Bedeutung beizumessen ist. Beim Vergleich der verschiedenen Laktationsleistungen findet er folgende Werte:

für die Fettmengenleistung der 1. Laktation	$0.20 - 0.22$
für die Fettmengenleistung der 1. u. 2. Laktation	$0.20 - 0.23$
für die Fettmengenleistung der 3. - 6. Laktation	$0.17 - 0.23$

EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Material

Um für das Gebiet der bayerischen Höhenfleckviehzucht in den klimatisch und bodenmäßig so unterschiedlichen Gegenden Bayerns Anhaltspunkte für den zu erwartenden Erfolg bei der Selektion auf Jahresmilchleistung in FCM zu bekommen, wurden im Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung der Universität München Ermittlungen in Herden aus verschiedensten Umweltverhältnissen angestellt; in dieser Arbeit wurden Betriebe des Bayerischen Waldes mit ertragsarmen Böden und wenig Weidehaltung untersucht.

Voraussetzung für die Bearbeitung des Materials war, daß alle Betriebe dem Herdbuch angeschlossen waren. Nur in solchen Betrieben ist eine sorgfältige Aufzeichnung aller notwendigen Daten gesichert.

Nach den Unterlagen der Tierzuchtämter Regensburg und Passau wurden Betriebe herausgesucht, die möglicherweise für die Untersuchungen in Frage kommen konnten.

Die Betriebe mußten folgende Bedingungen erfüllen:

1. Die Betriebe mußten vom 1.1.1949 bis 31.12.1956 dem Herdbuch ununterbrochen angehören. Der Zeitraum ab 1.1.1949 wurde für die Untersuchungen deshalb gewählt, weil in den vorausgegangenen Jahren die Futter- und z. T. auch die Umweltverhältnisse derart ungünstig waren, daß selten befriedigende Leistungen erzielt werden konnten. Außerdem sind die Leistungsunterlagen aus der Zeit vorher höchst unzuverlässig. Denn von den Landwirten wurden z. T. Leistungen bewußt niedrig gehalten, um nicht der harten Ablieferungspflicht voll nachkommen zu müssen.
2. In dem genannten Zeitraum durften keine gerichteten Änderungen der Umwelt eingetreten sein, die eine ständige Verbesserung oder Verschlechterung der Bedingungen für die Milchleistung bewirken konnten. Dadurch hatte für den Durchschnitt der Töchter eine andere Umwelt bestanden als für den Durchschnitt der Mütter und die Mutter-Tochterbeziehung wäre so erheblich gestört.

Als Umweltänderungen in diesem Sinne wären in Frage gekommen:

In erster Linie alle Maßnahmen zu grundlegender Verbesserung der Futtermittellversorgung, wie Einführung von Zwischenfruchtbau, Bau von Silos, Übergang zu Leistungsfütterung und planmäßiger Einsatz von Kraftfutter in Betrieben, die bis dahin nur Grundfutter verabreichten.

Es durfte weiterhin keine Verbesserung der Haltung stattgefunden haben, wie z.B. eine Änderung des Stallsystems, möglicherweise auch eine Umstellung von Hand- auf Maschinenmelken, oder die Einstellung eines Berufsmelkers, bzw. ein Melkerwechsel.

3. In jedem Betrieb sollten etwa 15 Mutter-Tochterpaare zusammengestellt werden, um statistisch brauchbare Voraussetzungen zu haben.
4. Eine Veränderung des genetischen Aufbaus der Herde durch An- und Verkauf oder Tuberkulosebekämpfung durfte nicht eingetreten sein. Die Tuberkulosesanierung mußte über die eigene Nachzucht erfolgt sein.

Die Betriebe wurden alle aufgesucht und an Ort und Stelle eingehend geprüft, ob die Forderungen 1 - 4 erfüllt waren. Durch diese genaue Kenntnis der Betriebe konnte mit einem kleinen Material ausgekommen werden. Nur dadurch kann man den Beziehungen, die sich errechnen lassen, Vertrauen entgegenbringen, selbst wenn sie statistisch dann nicht signifikant sind.

Auf diese Art und Weise konnten 5 Betriebe ermittelt werden, in denen insgesamt 70 Mutter-Tochterpaare zusammenzustellen waren. Größere Betriebe, in welchen ein umfangreicheres Material zur Verfügung gestanden hätte, mußten ausgeschlossen werden, weil ihre Betriebsstruktur nicht den normalen Verhältnissen des Bayerischen Waldes entspricht.

Tabelle 4 gibt eine Übersicht vom Viehbestand der fünf ausgewählten Betriebe.

Aus der Tabelle 5 ist die landwirtschaftliche Nutzfläche und ihre Aufgliederung zu ersehen.

TABELLE 4

Viehbesatz der 5 Betriebe im August 1957

Betrieb	Kühe	Jungrinder gedeckt	Jungrind. nicht ged.	Jung- bullen	Zucht- bulle	Kälber weibl.	männl.
I	15	7	4	4	1	5	2
II	15	5	5	6	-	4	-
III	14	5	8	5	1	2	1
IV	16	4	5	-	1	7	3
V	16	2	8	5	1	1	-

TABELLE 5

Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) und ihre Aufteilung
in den einzelnen Betrieben im Jahre 1957

Betrieb	LN in ha	Ackerland	Dauergrünland	Hauptfutterfläche
I	38.57	19.97	18.60	26.58
II	35.36	15.36	20.00	28.20
III	27.30	16.00	11.30	17.30
IV	34.00	19.00	15.00	21.66
V	39.34	18.34	21.00	27.24

Sämtliche Betriebe liegen im Bayerischen Wald, einer hügeligen bis mittelgebirgigen Gegend mit wechselnden Höhenlagen zwischen etwa 500 m ü.M. und 1400 ü.M.

Der Boden des Bayerischen Waldes wird ausschließlich von grobkörnigen Böden des Urgesteins (Granit, Gneis, Glimmer, Hornblende) bestimmt. Aus diesem nährstoffarmen Ausgangsmaterial verwittert dann ein praktisch kalkfreier, zur Versauerung neigender, größtenteils auch sehr phosphorsäurearmer Boden heraus. Bodenproben des Landwirtschaftsamtes Kötzing veranschaulichen diese Verhältnisse. Von 4552 Bodenproben waren 73 % infolge Kalkarmut stark sauer und nur 27 % schwach sauer. 5448 Bodenproben wurden auf den Phosphorsäuregehalt untersucht. 74 % waren sehr arm an Phosphorsäure und die restlichen 21 % waren phosphorsäurebedürftig.

Je nachdem ob Gneis, Granit, Glimmer oder Hornblende vorherrschen, ist der Boden m.o.w. bindig, gewöhnlich sandig - lehmig bis lehmig-sandig. Seine Mächtigkeit ist wenig tiefgründend und er ist in vielen Fällen auf grusigem, oft sogar steinigem Zersatz gelagert. Fast überall ist der Boden oberflächennah steinig-felsig durchsetzt.

Zur Ungunst des Bodens gesellen sich die Nachteile des Klimas. Es ist im allgemeinen gekennzeichnet durch lange, schneereiche Winter und kurze, mäßig warme Sommer. Häufige und kräftige Spätfröste treten bis in den Juni hinein auf und diesen folgen im September schon wieder die Frühfröste und Kälteeinbrüche. Die Hauptvegetationszeit ist somit eng begrenzt. Zudem regnet es in der Hauptwachstumsperiode recht wenig und die reichen Niederschläge der langen Winterzeit versickern in Form des Schneewassers zu schnell in den grusig-sandigen Böden bis in die tieferen Bodenschichten. Trotz dieser ungünstigen Klima- und Bodenverhältnisse stammen etwa 70 % der Einnahmen der Landwirte im Bayerischen Wald aus der Rinderhaltung (Dreger 1952).

Die bearbeiteten Betriebe liegen in einer Höhenlage von 500 m ü.M. bis 600 m ü.M. Die Niederschläge betragen im zehnjährigen Mittel 800 mm bis 1000 mm. Die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei etwa 6 °C.

Zu jedem Betrieb gehört eine Waldung, die gewöhnlich an Flächenausmaß der LN entspricht oder nur wenige ha kleiner ist. Die Leistungen der Betriebe liegen zum Teil etwas über dem Durchschnitt aller milchkontrollierten Bestände der beiden Tierzuchtamtsbereiche.

In der Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Milchleistungsprüfung des Jahres 1956 der untersuchten Betriebe zusammengestellt. Außerdem enthält diese Übersicht zum Vergleich die durchschnittlichen Ergebnisse aller Tiere, die in den Tierzuchtamtsbereichen von Regen und Passau 1956 der Leistungskontrolle unterlagen.

TABELLE 6

Ergebnisse der Milchleistungsprüfung 1956 im Tierzuchtamtsbereich Regen u. Passau

Betrieb	Zahl der VA	Milch-kg	Stalldurchschnitt Fett-kg	Fett %	Milch-kg je ha Hpt. -futterfl.
I	12	3675	145.37	3.96	2113.92
II	9	3394	145.67	4.29	1582.73
III	7	3452	135.33	3.92	2893.93
IV	12	2530	98.04	3.88	1545.15
V	9	3851	155.20	4.03	1781.50
Herdbuchbetriebe		3212	126.95	3.95	TZA Regen
Betriebe insges.		2993	116.81	3.90	Durchschnitt
Herdbuchbetriebe		3282	133.13	4.06	TZA Passau
Betriebe insges.		3091	122.11	3.95	Durchschnitt

Die Herden I - III gehören zum Zuchtverband für Höhenfleckvieh in Niederbayern ABT. Bayerischer Wald in Regen.

Die Betriebe I und II zählen in ihrer Größengruppe zu den 5 besten Beständen mit der höchsten Fettmengenleistung im Tierzuchtamtsbereich Regen.

Die Betriebe IV und V unterstehen dem Zuchtverband für Höhenfleckvieh in Niederbayern ABT. Nord in Passau. Beide Herden stammen aus dem "unteren" Bayerischen Wald, den Landkreisen Wolfstein und Wegscheid.

Aus der Tabelle 7 kann das Jahr des Beitritts zum Herdbuch und das Jahr der staatlichen Anerkennung als tuberkulosefreier Bestand für die einzelnen Betriebe entnommen werden.

TABELLE 7

Jahr des Herdbuchbeitritts und der Tbc-Sanierung

Betrieb	Beitritt z. Herdbuch	Jahr der staatl. Anerkennung als tbc-freier Best.
I	1906	1929
II	1927	1947
III	1935	1948
IV	1922	1954
V	1930	1952

Der Betrieb I liegt als einziger in einer bodenmäßig besseren Gegend, wo sich der Boden in der Hauptsache aus sandigem Lehm zusammensetzt. Bis zum Herbst 1956 wurde ein neuer Stall errichtet und gleichzeitig ein Freiluftstall für Jungrinder gebaut. Diese Umweltänderung hat aber die Leistungen für den Rest des Jahres 1956 kaum mehr beeinflussen können. Seit je ist in diesem Bestand eine vierwöchige Herbstweide üblich. In der Herde I wurden bis kurz vor dem Betriebsbesuch, im Sommer 1957, alle Kühe noch handgemolken. Ein geringer Teil des Grünlandes besteht aus nassen Bachwiesen, auf denen nur saueres und wenig nährstoffreiches Heu gewonnen werden kann. In der Fettmengenleistung zählt die Herde zu den fünf besten in ihrer Betriebsgröße. Erbgutmäßig läßt sich die Herde auf 4 Stammkühe zurückführen.

Die Herde II steht im nächstgelegenen Gehöft der Untersuchungsgruppe. Auch dieser Betrieb gehört für seine Größenklasse zu den ersten fünf, die den höchsten Fettmengenenertrag des dortigen Tierzuchtamtsbereichs erzielten. Die Stallung wurde in diesem Betrieb 1953 nur erweitert, nicht aber umgebaut, bzw. stallhygienisch maßgeblich verbessert. Diese Maßnahme hat sich nicht auf das Stallmilieu ausgewirkt. Stammbaummäßig baut sich die Herde auf 3 Kuhmüttern auf, während die Herde III sich auf 5 Stammkühe zurückführen läßt.

Bei der Herde IV fällt die niedrige Stalldurchschnittsleistung auf, die in der hohen Anzahl von jungen Kühen begründet ist. Da die Tuberculosesanierung über die Nachzucht aus der eigenen Herde durchgeführt wurde, ist der Betrieb erst seit 1954 staatlich als tuberkulosefrei anerkannt. Im Bestand IV stehen sowohl viele junge Kühe, aber das Erbgut, auf dem die Herde ~~tubc~~-frei aufgebaut wurde, blieb das alte.

Im Betrieb V mußten ebenfalls wegen Tuberkulose mehrere Kühe weggegeben werden. Diese mußten durch eigene Nachzucht ergänzt werden, so daß das Durchschnittsalter der Kühe sehr niedrig ist. Ohne erhebliche Störung der genetischen Ausgangssituation erhielt der Betrieb 1952 seine staatliche Anerkennung als tuberkulosefreier Bestand.

Aus den einzelnen Herden wurden die Mütter mit mindestens einem Vollabschluß herausgesucht, die eine Tochter mit dem ersten Vollabschluß aufweisen konnten. Für die so zusammengestellten Mutter-Tochterpaare wurde der erste Vollabschluß der Tochter und der frühest erfaßbare Vollabschluß der Mutter nach dem 1.1.1949 erfaßt.

Die erste Laktationsleistung ist für genetische Untersuchungen der brauchbarste Maßstab der Milchleistungsveranlagung. Die vorliegenden ersten Jahresabschlüsse sind der Laktationsleistung in dieser Hinsicht entsprechend. Von vielen Kuhmüttern lagen aber die entsprechenden Erstleistungen vor dem 1.1.1949 oder sie waren überhaupt nicht greifbar. Dieser Umstand hätte es unmöglich gemacht, in den Betrieben für den vorgegebenen Untersuchungszeitraum genügend Mutter-Tochterpaare zusammenzufinden. Es wurde deshalb bei älteren Kuhmüttern der nach dem 1.1.1949 erst greifbare Vollabschluß verwertet und in FCM alterskorrigiert verglichen.

Des weiteren wurden aus allen Betrieben sämtliche Vollabschlüsse, die in dem Untersuchungszeitraum erbracht wurden, erfaßt. Außer den Milch-kg, den Fett-kg und dem Fettgehalt wurde das Alter in Tagen zu Beginn der Jahresleistung registriert.

2. Methodik

Die Milchleistung ist das Resultat eines komplexen physiologischen Vorganges. Diese biologische Leistung ist durch die Angaben über Milchmenge, Fettmenge und Fettprozent nur teilweise charakterisiert. Um eine Maßzahl zu erhalten, die diese biologische Leistung am ehesten ausdrückt und zudem mit einem einzigen Wert bestimmt, führten Gaines und Davidson (1923) den Begriff FCM (= fat corrected milk) ein. FCM stellt den Energiegehalt dar, der in Milch mit 4 % Fett enthalten ist. Gaines und Davidson bestimmten den Energiegehalt kalorimetrisch und entwickelten eine inzwischen international anerkannte Formel, mit deren Hilfe FCM aus Milch- und Fettmenge errechnet werden kann. Nach dieser Formel

$$\text{FCM} = 0.4 \times \text{Milchmenge} + 15 \times \text{Fettmenge}$$

wurden alle Leistungen in FCM umgerechnet. Da die Maßeinheit von Milch-Fettmenge kg sind, errechnen sich in diesem Falle kg-FCM. In der angelsächsischen Literatur wird entsprechend dem anderen Maßsystem mit lbs-FCM gemäß dem Gebrauch der Maßeinheit des englischen Pfundes (lbs) gearbeitet. Dieser Unterschied ist beim Vergleich von FCM-Werten zu beachten. Bei der Darstellung des Materials wurde bereits hervorgehoben, daß die Mütter-Töchterleistungen z. T. in unterschiedlichem Lebensalter erbracht wurden. Nun besteht aber eine Abhängigkeit der Milchleistung vom Alter dergestalt, daß unabhängig von anderen Faktoren die

Milchleistung mit zunehmendem Alter ansteigt. Daher ist der Vergleich der Leistungen zweier Kühe, die jeweils in einem unterschiedlichen Alter erbracht wurden, nicht ohne weiteres möglich. Vergleichbar werden sie erst durch eine Korrektur, welche die altersbedingten Unterschiede ausschaltet. Alterskorrekturfaktoren wurden für bayerisches Höhenfleckvieh von Bauer u.M (1959) berechnet. Mit Hilfe dieser Faktoren wurden alle Leistungen unseres Materials auf Erstkalbealter korrigiert.

Die mathematisch-statistischen Methoden, mit denen die Mutter-Tochterbeziehung errechnet wurde, sind Snedecor (1956) entnommen.

Bei der Rechenarbeit wurden folgende mathematischen Bezeichnungen verwendet:

$S x^2$ = Summe der quadrierten Abweichungen der Mütter vom Mittelwert $\bar{x}$

$S y^2$ = Summe der quadrierten Abweichungen der Töchter vom Mittelwert $\bar{y}$

$S xy$ = Summe der Produkte aus Mütter-Töchterabweichungen

$b = \frac{S xy}{S x^2}$ = Regressionskoeffizient

$S d^2_{yx}$ = mittlere quadratische Abweichung von der Regression

$s^2_{yx} = \frac{S d^2_{yx}}{n - 2}$ = Varianz der Tochterleistungen, die nicht durch die Mutter-Tochterbeziehung bedingt ist

s^2_b = mittlere quadratische Abweichung des Regressionskoeffizienten b

$s_b = \sqrt{\frac{S yx}{S x^2}}$ = Standardabweichung des Regressionskoeffizienten b

$h^2 = 2 b$ = Heritabilität

$t = \frac{b}{s_b}$ = Testzahl zur Feststellung der Wahrscheinlichkeit, mit welcher der Regressionskoeffizient innerhalb gewisser Grenzen unter gleichen Bedingungen wieder erwartet werden kann

FG = Freiheitsgrade

n = Anzahl der Leistungen

Die Berechnung der Mutter-Tochter-Regression wurde mittels der Kovarianzanalyse vorgenommen.

Der Regressionskoeffizient (b) errechnet sich nach Snedecor mit der Formel:

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{x^2}}$$

S_{xy} und S_{x^2} stellen die Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittelwert $\bar{x}$ bzw. die Summe der Produkte der Abweichungen vom Mittelwert $\bar{x}$ und $\bar{y}$ dar. Zu diesen Summen kann man mit einer einfachen Rechenmethode auf folgende Weise kommen:

$$S_{x^2} = S_{X^2} - \frac{(S_X)^2}{n}$$

$$S_{y^2} = S_{Y^2} - \frac{(S_Y)^2}{n}$$

$$S_{xy} = S_{XY} - \frac{(S_X)(S_Y)}{n}$$

Für die Berechnung von b innerhalb der Betriebe werden diese Summen für den einzelnen Betrieb ermittelt.

Für die Betriebe gemeinsam wird die Summe aus allen 5 Betrieben verwendet.

Die Signifikanz wurde mit dem t - Test geprüft. Dabei erfährt man, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, daß die Werte durch Zufallswirkung entstanden sind. Bei einer Wahrscheinlichkeit (Probability = P) von P kleiner als 5 % ($P < 0.05$) spricht man von einem signifikanten Ergebnis. Bei einem P-Wert, der kleiner ist als 0,01, wird das Resultat hochsignifikant. Mit den Bezeichnungen signifikant bzw. hochsignifikant wird ausgedrückt, welches Vertrauen man haben kann, daß die Ergebnisse nicht zu stark vom Zufall beeinflusst sind.

Aus dem Regressionskoeffizienten (b) erhalten wir die Heritabilität (h^2) durch Verdoppelung von b. Dem liegt die Überlegung zugrunde, daß die Erblichkeitsverhältnisse beim Vatertier, das die gleiche Zahl von Genen wie die Mutter auf die Nachkommen überträgt, im Durchschnitt wie beim Muttertier liegen.

3. Ergebnisse

Die alterskorrigierten Stalldurchschnitte in FCM für die einzelnen Betriebe in den Jahren 1949 - 1956 sind in der Tabelle 8 wiedergegeben. Diese Zusammenstellung dient zur Beurteilung der Frage, ob in dem Untersuchungszeitraum gerichtete Leistungsänderungen bestanden haben, d.h. ob von Jahr zu Jahr zunehmende Stalldurchschnitte zu beobachten sind.

TABELLE 8

Stalldurchschnittsleistungen (ML) aus den Vollabschlüssen (VA) der einzelnen Herden in FCM auf das Erstkalbealter korrigiert

Jahr	Herde I		Herde II		Herde III		Herde IV		Herde V	
	VA	ML	VA	ML	VA	ML	VA	ML	VA	ML
1949	11	3024	8	2211	10	2346	8	2680	13	1992
1950	15	3888	9	2570	12	3175	9	3643	8	2873
1951	12	3300	8	2450	13	3461	10	3596	9	3453
1952	15	3493	12	2440	13	3114	11	3077	15	3422
1953	14	2924	11	2984	10	3251	8	2652	7	3350
1954	16	3345	12	2922	12	2819	11	2865	8	3716
1955	13	3383	11	2948	13	2922	8	2625	10	3668
1956	12	3356	11	3146	12	3109	12	2306	11	3685

Die Tabelle 8 ist aus den alters- und fettkorrigierten Stalldurchschnittsleistungen zusammengestellt; die tatsächlichen Stalldurchschnitte der Milchmengenleistung der einzelnen Betriebe liegen entsprechend dem unterschiedlichen Leistungsalter der Kühe höher.

Da die verschiedene Alterszusammensetzung der Herden in den einzelnen Jahren die Stalldurchschnitte erheblich beeinflussen kann, sind nur alterskorrigierte Leistungen für diese Prüfung geeignet. Obwohl zwischen den einzelnen Jahren nicht unbedeutende Unterschiede in den Leistungen bestehen, läßt sich eine Tendenz zu systematischer Leistungsänderung nicht ablesen. Lediglich beim Betrieb II könnte eine stetige Zunahme der Durchschnittsleistung vermutet werden. Diese Tendenz ist aber, wenn überhaupt vorhanden, nur sehr schwach, wie aus dem Absinken der Leistungen in den Jahren 1951 und 1952 zu entnehmen ist. Außerdem sind von 1953 - 1955 die Stalldurchschnitte nahezu konstant und der Anstieg im Jahre 1956 recht gering. Die Kovarianzanalyse zur Ermittlung des Regressionskoeffizienten b ist in der Tabelle 9 wiedergegeben.

TABELLE 9

Kovarianzanalyse

Betrieb	FG n-1	s_x^2	s_{xy}	s_y^2	b	FG n-2	s_{yx}^2	s_{yx}^2
I	12	1309773	419296	1521712	0,3201	11	1387495	
II	14	1406244	107974	3864560	0,07678	13	3856270	
III	12	6107870	258367	4146940	0,04230	11	4136011	
IV	14	3134880	201120	2932010	0,06416	13	2919106	
V	13	28602105	4426629	4941175	0,1548	12	4255933	
Innerhalb der Betriebe								
Regressions- koeffizienz						60	16554815	275914
Betriebe								
Regressions- koeffizienz						4	128895	32224
Betriebe								nicht sig- nifikant
gemeinsam	65	40560872	5413386	17406397	0,1335	64	16683710	260683
$s_b^2 = 0,00642696$					$t = 1,665$ nicht signifikant		$n^2 = 2b = 0,27$	

DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Arbeit steht im Rahmen einer größeren Untersuchung, deren Ziel es war, für das Bayerische Höhenfleckvieh Anhaltspunkte über die Möglichkeiten wirksamer Selektion auf das Merkmal Jahresmilchleistung zu erhalten. In den meisten anderen Untersuchungen wurde bisher zu einem solchen Zweck so verfahren, daß aus einem möglichst großem Material von Herdbüchern oder Milchkontrollverbänden und aus oft recht weit gespannten Zeiträumen die notwendigen Daten erhoben wurden. Für diese Untersuchungen haben wir einen anderen Weg beschritten.

Um den verschiedenen Betriebsverhältnissen in Bayern gerecht zu werden und sie im einzelnen zu berücksichtigen, wurde die Untersuchung für jeden geprüften Betriebstyp in getrennten Arbeiten vorgenommen. Von 5 verschiedenen Betriebstypen wurden in dieser Arbeit ertragsarme Zuchtbetriebe bearbeitet, wie sie im Bayerischen Wald und in anderen Mittelgebirgsgegenden mit wenig günstigen Boden- und Klimaverhältnissen häufig vorkommen. Die Betriebe wurden so ausgewählt, daß sie für diese Betriebsverhältnisse einigermaßen repräsentativ waren. Die gute Übereinstimmung zwischen den einzelnen Beständen, wie sie aus der Darlegung der Betriebsverhältnisse hervorgeht, spricht dafür, daß dieses Ziel erreicht wurde. Die Zahl von 70 Mutter-Tochterpaaren aus 5 Betrieben ist verhältnismäßig gering. Die genaue Kontrolle des Materials mit eingehender Überprüfung der Verhältnisse auf dem jeweiligen Gehöft rechtfertigt jedoch diese niedrige Zahl. Der Aussagewert dieses kleinen, aber kontrollierten Materials ist mindestens so groß, wie der eines vielfach größeren, bei dem Einflüsse, welche die genetische Mutter-Tochterbeziehung erheblich stören, nicht ausgeschlossen werden können. Zur Schätzung der Selektionswirkung dient der Heritabilitätskoeffizient (h^2).

Um mittels statistischer Analyse die genetisch bedingte Varianz in der Milchleistung zu schätzen, kann je nach Art des Materials von verschiedenen Methoden ausgegangen werden.

Alle diese Bestimmungsmöglichkeiten für den h^2 -Wert basieren nach Lush auf der Überlegung, daß der Ähnlichkeit im Phänotyp zwischen Individuen eine parallel laufende Übereinstimmung im Genotyp zugrunde liegt. Nachdem das vorgegebenen Material für die Heritabilitätsuntersuchung auch die Voraussetzung einer zufallsgemäßen Umwelteinwirkung erfüllt, kann der Erblichkeitsgrad der Milchleistungsfähigkeit an Hand der Variationskomponenten geschätzt werden, die mittels der Kovarianz-

analyse aus der Mutter-Tochterregression innerhalb der Betriebe errechnet wurden. Der Mütter-Töchtervergleich zeigt die Regression der Nachkommen auf einen Elter. Sie ist deshalb eine sehr brauchbare Methode, weil mit ihr Eigenschaften gemessen werden können, die phänotypisch nur bei einem Geschlecht auftreten, in unserem Falle also die Milchleistung bei Kühen. Sie wird innerhalb der Herden berechnet oder auch innerhalb der Väter innerhalb Herden und wird dann als Intra - Vater - Mutter - Tochter - Regression bezeichnet. Beim Intra - Vater - Mutter - Tochter - Vergleich erfolgt die Berechnung der Mutter-Tochterregression innerhalb der Nachkommen eines Bullen. Dadurch wird der Einfluß des Bullen konstant gehalten. Unter den praktischen Verhältnissen unseres Materials war eine Gruppierung nach Vatertieren nicht möglich. Eine wirksame Erbwertschätzung für die Vatertiere als Grundlage für ihre Zuchtauswahl bestand in dem Untersuchungszeitraum noch nicht. Man kann daher annehmen, daß die Veranlagung zur Milchleistungsfähigkeit bei den Vatertieren im Durchschnitt der Leistungsveranlagung der Population entspricht. Nach Bauer (1958) belassen 80 % der Bullen die Leistungen ihrer Töchter indifferent. In unserer Arbeit wird der Regressionskoeffizient nicht innerhalb der Töchtergruppen von Vatertieren, sondern innerhalb der Betriebe berechnet. Eine andere Methode zur Abschätzung der Selektionswirkung auf das Merkmal Jahresmilchleistung konnte bei dem vorliegenden Material nicht angewendet werden. Zwar kann in gleicher Weise der h^2 -Wert für die Milchleistung auf Grund der Geschwisterähnlichkeit bestimmt werden, doch standen in unserem Material nicht genügend Voll- oder Halbgeschwister zur Verfügung.

Die aus der Mutter-Tochterregression errechneten Werte für den Regressionskoeffizienten b sind durchwegs positiv und für die einzelnen Betriebe recht unterschiedlich. Während die Werte für die Betriebe I und V verhältnismäßig hoch liegen, sind die entsprechenden Werte für die Betriebe II bis IV sehr niedrig. Da bei Zusammenfassung aller Betriebe sich jedoch wieder ein verhältnismäßig hoher Wert ergibt, dürften die Abweichungen bei den einzelnen Betrieben nur auf der geringen Zahl von Mutter-Tochterpaaren beruhen. Wegen der geringen Zahl ist der b -Wert jedoch auch noch für die Betriebe gemeinsam nicht signifikant. Der Wert für b aus der gemeinsamen Berechnung für alle Betriebe mit $b = 0.1335$ ergibt nach Verdoppelung einen Heritabilitätskoeffizienten (h^2) von 0.27. Dieser Wert stimmt mit anderen in der Literatur übermittelten h^2 -Werten gut überein. Ein Selektionserfolg von 27 % entspricht durchaus den Erwartungen, die man an einen züchterisch erfolgreich geleiteten und gut bewirtschafteten Betrieb stellen kann.

Da im oben dargestellten Tiermaterial die genetische Variation zwischen den Herden als relativ ausgeglichen angesehen werden kann, dürften die unterschiedlichen Heritabilitätswerte auf einer ungleich variierenden Umwelt beruhen.

Bonnier (1940) - Johansson 1953 - Mason und - Robertson (1956) - Gravert (1958) haben nachgewiesen, daß Erbwertschätzungen an einem Tiermaterial mit optimalen Umweltbedingungen relativ höher ausfallen als bei Tieren in unausgeglichene Umweltverhältnissen. Um eine Basis für eine erfolgreiche Selektion zu schaffen, müssen in diesen Betrieben für die Tiere optimale Leistungsbedingungen geschaffen werden, damit sie ihre volle erbliche Leistungsveranlagung im Phänotyp entfalten können.

Fütterung, Haltung und Pflege der Tiere, spielen unter den Umweltfaktoren die größte Rolle. Bei der Bemühung um optimale Produktionsbedingungen für unsere Milchkühe muß darauf das Hauptaugenmerk gerichtet werden.

Um die Umweltschwankungen durch ein gutes Fütterungsniveau wesentlich einzuschränken, muß das Milchvieh vielseitig und ausreichend das ganze Jahr hindurch gefüttert werden.

Dazu muß wirtschaftseigenes Grundfutter für Sommer und Winter in genügender Menge und guter Qualität geschaffen werden.

Ein Futterplan muß alljährlich aufgestellt werden, um die vorhandenen Futtermittel richtig einsetzen zu können und wenn nötig durch Zukauf zu ergänzen. An Hand von Futterwerttabellen muß man in Erfahrung bringen, ob die Futterration in Eiweiß- und Stärkegehalt dem Bedarf angemessen ist. Ein unausgeglichenes Eiweiß-Stärkewertverhältnis, sowie ein zu geringes Angebot an Rohfaser bedingen Störungen in der Resorption und Verarbeitung der Nährstoffe. Diese bestehen teilweise in einer unphysiologischen Zusammensetzung der Magen-Darmflora und äußern sich in dünner Konsistenz des Kots. Die Milchleistung sinkt dabei erheblich ab.

Neben der Bereitung von Grundfutter, das möglichst hohen Gehalt an Nährstoffen aufweist und durch die geeignete Auswahl der verschiedenen Futterfrüchte die eiweiß- bzw. kohlenhydratreich sind - Wiesengras, Klee und Luzerne, Mais, Rüben u. a. - und die so bereits einen Ausgleich des Nährstoffverhältnisses gestatten, ist an die Verabreichung von Zusatzfuttermitteln zu denken. Auch bei diesen muß nach eiweißreichem

und kohlenhydratreichem Futter unterschieden werden. Auf diese Weise können auch Futterstoßwirkungen, die sich durch einseitiges Überangebot bei jahreszeitlichem Wechsel des Futters ergeben, abgefangen werden. Der Eiweißüberschuß auf der Frühlingsweide kann ausgeglichen werden durch Stunden-, Portionsweide und durch Verabreichung von Beifuttermitteln, durch die zudem der jeweilige Mangel an Kohlenhydraten, Rohfaser und Mineralstoffen behoben werden kann. Dafür kommen neben stärke-reichen Futtermitteln wie z.B. Kartoffelflocken, vor allem rohfaserreiches und nährstoffarmes Heu oder auch Stroh sowie phosphorsäure- und natrium-haltige Mineralstoffmischungen in Frage.

Gutes, gesundes Wiesenheu - botanisch vielseitig zusammengesetzt - liefert nur ein rationell gedüngter Boden. Der sandig-lehmige bis lehmig-sandige, flachgründige Boden des Bayerischen Waldes ist durchwegs arm an Phosphorsäure und Kalk. Es ist ratsam für jeden Landwirt, sich durch Bodenuntersuchungen, die das zuständige Landwirtschaftsamt durchführt, zu orientieren, wie sich über eine entsprechende Düngung die Futterqualität steigern läßt. Den Konservierungsmethoden für Grünfutter ist große Aufmerksamkeit zu schenken. Während bei Bodentrocknung bis 60 % der Mineralien und bis 80 % des Karotins durch Bröckel- und Oxydationsverluste verloren gehen, lassen sich diese Einbußen durch Reuter- oder Unterdach-trocknung wesentlich verringern.

Ein weitere Methode zur Konservierung des Grünfutters stellt die Silierung dar. Sie ist weniger als die anderen Methoden wetterabhängig und die Verluste während der Lagerung sind weit geringer als bei getrocknetem Futter. Da außerdem in neuerer Zeit bekannt geworden ist, daß Kühe ihren Raufutterbedarf zum größten Teil mit Silage decken können, sollte diesen Futtermitteln viel mehr Beachtung geschenkt werden. In jedem rentablen Milchviehbestand müßte wenigstens für die Winterfutterperiode 3 bis 5 cbm Siloraum je Milchkuh verfügbar sein.

Durch Konservierungsmaßnahmen soll erreicht werden, daß im Grünfutter alle wichtigen Bestandteile erhalten bleiben. Das Ziel moderner Futtergewinnung und Futtertechnik muß sein, eine in Menge und Qualität gleichbleibende Fütterung über das ganze Jahr und über mehrere Jahre hinweg zu erreichen. Gute und schlechte Futterzeiten sollten immer mehr an Bedeutung verlieren, bzw. durch geeignete Fütterungsmaßnahmen ausgeglichen werden. Dadurch wird die für die Selektionsmöglichkeit so hemmende Umweltvarianz eingeschränkt.

Die milchergiebigste Kuh braucht neben dem Erhaltungsfutter leistungsmäßige Futterzulagen. Kann das Grundfutter den Nährstoffbedarf nicht decken, so muß Kraftfutter zugefüttert werden. Je nach Art des Bedarfes können dafür wirtschaftseigene Futterstoffe oder aber eiweißreiche Kraftfuttermittel eingesetzt werden. Für Mischungen mit verschiedenen Eiweißanteil werden von der Deutschen Landwirtschafts-gesellschaft Futternormen herausgegeben. Der Mineralstoff - Spurenelementehaushalt ist in jedem Betrieb gemäß dem Mineralgehalt des Futters, der sich nach den Boden-, Futtergewinnungs- und Futterlagerungsverhältnissen richtet, und gemäß der Höhe der Milchleistung durch Zufütterung von zweckmäßig zusammengesetzten Mineralsalzgemischen auszugleichen.

Ob nun entsprechend diesen oben dargestellten Methoden einer rationellen und rationierten Fütterung der Milchkühe eine volle Entfaltungsmöglichkeit für ihre genotypisch veranlagte Leistungsfähigkeit gegeben ist, ist nicht sicher zu beurteilen. Vielleicht bietet sich in Form der Laufstallhaltung mit Selbstfütterung eine Verbesserungsmöglichkeit. Bei diesem Stallsystem werden den Tieren ständig Heu, Silo und Mineralstoffe angeboten.

Die Tiere können vom Futter aufnehmen, soviel sie wollen und ihren Bedarf an den einzelnen Futterkomponenten selbst regeln. Ein Tier mit freier Bewegung und wahlweiser, zeitlich nicht begrenzter Möglichkeit zur Futteraufnahme hat eine gute Voraussetzung, seine physiologische Leistungsfähigkeit zu entfalten. Störfaktoren sind bei so gehaltenem Milchvieh nicht in dem Ausmaße wirksam, wie wenn es keine Möglichkeit hat, diesen Faktoren auszuweichen. Auf diese Weise wird zweierlei erreicht:

1. ein optimales Stallmilieu und
2. werden Schwankungen in der Umwelt (Umweltvarianz) eingeschränkt.

Über solche Maßnahmen kann die Heritabilität der Milchleistung gesteigert und damit der Erfolg einer Selektion verbessert werden.

In der Aufzucht der Jungrinder muß die "mastige" Aufzuchtmethode durch eine "magere" Jungrindfütterung ersetzt werden. Eine übermäßige Fütterung der Färsen kann nach Bauer und Kübitz (1958) bestehende konstitutionelle Minderwertigkeiten verdecken. Züchterisch ergibt sich kein Vorteil, da die Selektion in diesem Falle zur Gegenauslese führt. Versuche von Hansson (1956), Reid u. M. (1957) haben gezeigt, wie starke Aufzuchtfütterung die spätere Produktionsfähigkeit und die Lebensdauer herabsetzt (s. Tab. 2).

In einem guten Stallmilieu muß eine vollwertige, wirtschaftliche Ernährung der Tiere durch eine sorgfältige Pflege ergänzt werden, durch die ein dauerndes, gleichbleibendes Wohlbefinden der Tiere gewährleistet ist. Dazu gehört neben der Pflege des Haarkleides auch eine ordentliche Klauenpflege. Schlecht gepflegte Klauen führen zu Stellungsanomalien und verursachen Schmerzen. Dadurch werden Futteraufnahme und Futterverwertung und die daraus sich ergebende Milchleistung beeinträchtigt.

Das Melken ist ein weiterer wichtiger Umweltfaktor, der auf die Milchleistung einwirkt. Die gleichbleibende und gute Ausführung der Melkarbeit gehört daher ebenso zu den Faktoren, welche das Erkennen der Erbanlagen fördern.

Dem Züchter unter den Verhältnissen des hier untersuchten Gebiets steht als züchterische Maßnahme, die Selektion unter seinen weiblichen Tieren zur Verfügung. Über die Wirksamkeit dieser Selektion zur Verbesserung der Milchleistungseigenschaften kann die vorliegende Untersuchung einen wertvollen Anhaltspunkt geben.

Um einer Selektionsdepression bzw. -stillstand (Johansson - 1950, Lush - 1950 -) aus dem Wege zu gehen und so eine züchterische Stagnation nach einer größeren oder geringeren Anzahl von Generationen zu vermeiden, konzentriert sich die Selektion nicht mehr nur auf eine Eigenschaft. Ganz im Sinne der Zuchthygiene selektiert man gleichzeitig auch auf die Fruchtbarkeit und allgemeine Lebenskraft, d.h. gute Konstitution des Milchviehs.

Die in den letzten Jahrzehnten besonders deutlich steigende Entwicklung der Leistungen unserer Milchkühe läßt sich im letzten nur durchhalten, wenn der Tierhalter mit wirtschaftlich tragbarem Aufwand die Umweltverhältnisse so gestalten kann, daß die Tiere ihre Leistungsanlagen voll entfalten können und damit eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, daß die Tiere mit den besseren Leistungen auch die besseren Erbanlagen haben. Nur so ist die Voraussetzung gegeben, daß durch Selektion die durchschnittliche Leistungsveranlagung des Milchviehs verbessert werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Aus 5 Betrieben des Bayerischen Waldes wurden nach genauer Prüfung der Umweltverhältnisse und der Herdenzusammensetzung 70 Mutter-Tochterpaare zur Untersuchung der Selektionswirksamkeit auf das Merkmal Jahresmilchleistung in FCM zusammengestellt.
2. Die Mutter-Tochter-Regression wurde auf Grund der alterskorrigierten Erstleistung in FCM der Tochter und der ebenso korrigierten, erstfaßbaren Mutterleistung errechnet.

Die Regressionskoeffizienten (b) betrugen in den einzelnen Betrieben: 0.3201 - 0.0768 - 0.0423 - 0.0645 - 0.1548; für die Betriebe gemeinsam: 0.1335 (nicht signifikant).

3. Die entsprechenden Heritabilitätswerte für das Merkmal Jahresmilchleistung in FCM sind für die jeweiligen Betriebe: 0.64 - 0.15 - 0.08 - 0.12 - 0.31; für die Betriebe gemeinsam: 0.27.
4. Selektion auf das Merkmal Jahresmilchleistung in FCM läßt in den untersuchten Betrieben einen brauchbaren Erfolg erwarten. In einzelnen Betrieben ist der Selektionserfolg jedoch gering. Durch Verbesserung der Fütterung, Haltung und Pflege können jedoch die Voraussetzungen für eine wirksame Selektion geschaffen werden. Es soll aber nicht einseitig auf das Merkmal Jahresmilchleistung, sondern gleichzeitig auf gute Fruchtbarkeit und Konstitution mitselektiert werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- Bauer, H. u.
Bakeis, F. 1958 Zur Problematik der Genetik der Milchleistung Zuchthygiene 2, 329
Zuchthyg., Fortpflanz. Störg. u. Besam. d. Haustiere 2, 329
- Bauer, H., Bakeis, F.,
Gall, Chr. 1959 Untersuchungen über die Selektionswirkung für das Merkmal Jahresmilchleistung in FCM in bayerischen Fleckviehherden.
Arbeiten aus dem Institut für Tierzucht, Vererbung- und Konstitutionsforschung der Universität München H 1, 31
- Beardsley, J. P., Bratton, R. W.
Salisbury, G. W. 1950 The curvilinearity of heritability of butterfat production
J. Dairy. Sci. 33, 93
- Bonnier, G. 1940 Vererbung und Milieu in der Haustierproduktion
Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 53, 182
- Brüggemann, H. 1954/55 Viehhaltung im Bauernbetrieb
DLG Verlag Frankfurt/Main
- Dreger, G. 1952 Rinderhaltung und Rinderzucht im Landkreis Kötzing
Vet. Diss. München 1952
- Gaines, W. L. and
Davidson, F. A. 1923 Relation between percentage fat content and yield of milk. Correction of milk yield for fat content.
III. Agric. Exp. Stat. Bull. 245
- Gaines, W. L. 1928 The energy basis of measuring milk yield in dairy cows
III. Agric. Exp. Stat. Bull. 308

- Gravert, H.O. 1958 Untersuchungen über die Heritabilität der Butterfettleistung
Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 71, 155
- Handbuch der Tierzüchtung,
Band 2 Haustiergenetik (Hrsg. Johansson, I.)
Parey Hamburg/Berlin 1959
- Hartmann, W. 1958 Über den Erblichkeitsanteil der Leistungs-
unterschiede von Milchmenge, Fettgehalt
und Fettmenge von Kühen
Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 72, 151
- Johansson, I. und
Hansson, A. 1940 Causes of variation in milk and butterfat
yield of dairy cows
Lantbr. Academ. Tidskr. 6, 1
- Johansson, I. 1950 The heritability of milk and butterfat yield
Animal Breeding Abstracts 18, 1
- Johansson, I. 1952/53 Leistungseigenschaften des Milchrindes im
Hinblick auf Vererbung, Zuchtwertbeurtei-
lung und Veredlungsmöglichkeiten
Züchtungskde. 24, 147
- Johansson, I. 1954 Genetik und Tierzüchtung
Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 66, 1
- Johansson, I. 1953 The manifestation and heritability of quanti-
tative characters in dairy cattle under dif-
ferent environmental conditions
Acta genetica 4, 221
- Johansson, I. 1955 The first lactation yield as a basis for se-
lection as compared with the second and
third lactations
Proc. Brit. Soc. Anim. Prod. 1955, 102

- Kübitz, H. und
Bauer, H. 1957 Das Lebensschicksal von 3632 Fleckvieh - Herd -
buchbullen; ein tierärztlich züchterischer Beitrag
zum Konstitutionsproblem in der Fleckviehzucht
Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 69, 127
- Lush, J.L. 1949 Heritability of quantitative characters in farm
animals
Hereditas 35, 356
- Lush, J.L. 1950 Vererbung quantitativer Merkmale bei Haustieren
Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 58, 123
- Mason, J.L. und
Robertson, A. 1956 The progeny testing of dairy bulls at different
levels of production
J. Agric.Sci. 47, 367
- Reid u. M. 1957 Progress report on a study of the effect of plane
of early nutrition upon reproduction and produc-
tive performance of Holstein cattle
J. Dairy Sci 40, 610
- Robertson, A. und
Rendel, J.M. 1950 The use of progeny testing with artificial inse-
mination in dairy cattle
J.Genet. 50, 21
- Schmidt, K., Stahl, W.
Koriath, G. 1958 Erbllichkeitsschätzung der Fruchtbarkeit und der
Milchleistungen unter Berücksichtigung ihrer
Interaktionen
Arch. Tierzucht 1, 5
- Shimy Abdel Fattah el Shimy 1957 The heritability of milk yield and fat percentage
in Friesian cattle in the province of Friesland
Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 69, 321

Snedecor, G.W. 1956

Statistical methods 5 th ed.

Ames: Iowa State Coll. Press 5 th ed.

Woerner, W., 1960

Untersuchungen über die Beziehung zwischen
Alter und Leistung bei Allgäuer Herdbuch-
kühen

Vet. Diss. München

Herrn Professor Dr. Dr. H. Bauer möchte ich am Ende meiner Arbeit recht herzlich danken für die Überlassung des Themas und für die jederzeit gewährte Unterstützung.

Weiterhin danke ich besonders Herrn Dr. Chr. Gall und Dr. Dr. Bakels für die vielen guten Ratschläge, die sie mir stets gewährten.

Zu recht herzlichem Dank bin ich Herrn Tierzuchtdirektor Eberth und Herrn Landwirtschaftsrat Clement vom Tierzuchtamt Regen und Herrn Tierzuchtdirektor Dr. Ley vom Tierzuchtamt in Passau für die Überlassung des Materials und für ihre tatkräftige Unterstützung verpflichtet.

Nicht zuletzt darf ich allen Landwirten danken, die mir durch großzügiges Entgegenkommen einen Einblick in ihre Betriebe gewährten.

LEBENS LAUF

Am 9. August 1931 wurde ich als Sohn des Einzelhändlers und Landwirts Alois Sanladerer und dessen Ehefrau Maria geb. Stockinger, in Sonnen, Landkreis Wegscheid/Ndb., geboren.

Von 1938 bis 1943 besuchte ich die Volksschule in Sonnen. Im August 1943 trat ich in das Gymnasium in Passau ein, wo ich im Juni 1952 meine Reifeprüfung ablegte. Im Wintersemester 1952/53 immatrikulierte ich mich an der Philosophisch-theologischen Hochschule in Passau und belegte dort bis einschließlich des Wintersemesters 1953/54 Vorlesungen in Philosophie, Geschichte und Naturwissenschaften. Mit Beginn des Sommersemesters 1954 wechselte ich auf die Universität in München über und begann dort an der Tierärztlichen Fakultät das Studium der Tiermedizin. Im Herbst 1955 legte ich die erste und im Frühjahr 1956 die zweite tierärztliche Vorprüfung ab. Am 4. Februar 1959 bestand ich vor dem Prüfungsausschuß der tierärztlichen Fakultät der Universität München die tierärztliche Prüfung.

Nach Ableistung meiner Praktikantenzeit wurde mir mit Geltung vom 2. September 1959 die Bestallung als Tierarzt erteilt.

